

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005362

International filing date: 24 March 2005 (24.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: US  
Number: 60/556,021  
Filing date: 25 March 2004 (25.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

11.4.2005

PA 1301660



# THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

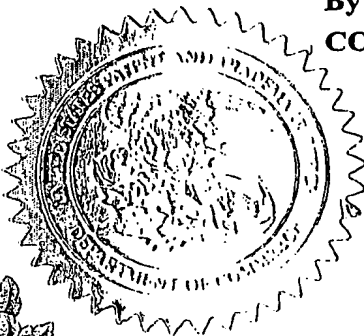
April 04, 2005

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 60/556,021

FILING DATE: *March 25, 2004*

By Authority of the  
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS



  
N. WOODSON  
Certifying Officer

**PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT COVER SHEET**

This is a request for filing a PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT under 37 CFR 1.53(c).

INVENTOR(S)			
Given Name (first and middle (if any))	Family Name or Surname	Residence (City and either State or Foreign Country)	
Hideki USONO		Tokyo	Japan
<input type="checkbox"/> Additional inventors are being named on the _____ separately numbered sheet(s) attached hereto			
<b>TITLE OF THE INVENTION (500 characters max)</b> GLASS SUBSTRATE FOR A MAGNETIC DISK, MAGNETIC DISK, METHOD OF MANUFACTURING A GLASS SUBSTRATE FOR A MAGNETIC DISK AND METHOD OF PRODUCING A MAGNETIC DISK			
<b>CORRESPONDENCE ADDRESS</b> Direct all correspondence to the address for SUGHRUE MION, PLLC filed under the Customer Number listed below: WASHINGTON OFFICE <b>23373</b> CUSTOMER NUMBER			
<b>ENCLOSED APPLICATION PARTS (check all that apply)</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Specification (Japanese language)	Number of Pages twenty-nine (29)	<input type="checkbox"/> CD(s), Number	
<input checked="" type="checkbox"/> Drawing(s)	Number of Sheets one (1)	<input type="checkbox"/> Other (specify)	
<input type="checkbox"/> Application Data Sheet. See 37 CFR 1.76			
<b>METHOD OF PAYMENT OF FILING FEES FOR THIS PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT</b>			
<input type="checkbox"/> Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27.			<b>FILING FEE AMOUNT (\$)</b>  <b>\$160.00</b>
<input type="checkbox"/> A check or money order is enclosed to cover the Provisional filing fees. The USPTO is directed and authorized to charge all required fees, except for the Issue Fee and the Publication Fee, to Deposit Account No. 19-4880. Please also credit any overpayments to said Deposit Account.			
<input checked="" type="checkbox"/> The USPTO is hereby authorized to charge the Provisional filing fees to our Deposit Account No. 19-4880. The USPTO is directed and authorized to charge all required fees, except for the Issue Fee and the Publication Fee, to Deposit Account No. 19-4880. Please also credit any overpayments to said Deposit Account.			
The invention was made by an agency of the United States Government or under a contract with an agency of the United States Government.			
<input checked="" type="checkbox"/> No.			
<input type="checkbox"/> Yes, the name of the U.S. Government agency and the Government contract number are:			

Respectfully submitted,

SIGNATURE P. J. A. M. K. R. Ryan 38,557DATE March 25, 2004TYPED or PRINTED NAME Alan J. KasperREGISTRATION NO. 25,426TELEPHONE NO. (202) 293-7060DOCKET NO. P80706**USE ONLY FOR FILING A PROVISIONAL APPLICATION FOR PATENT**

## 磁気ディスク用ガラス基板、磁気ディスク、磁気ディスク用ガラス基板の 製造方法及び磁気ディスクの製造方法

### 発明の背景

本発明は、磁気ディスク装置であるハードディスクドライブ（HDD）に用いられる磁気ディスク用ガラス基板、磁気ディスク、並びに、これら磁気ディスク用ガラス基板及び磁気ディスクの製造方法に関する。

今日、情報記録技術、特に、磁気記録技術は、いわゆるIT産業の発達に伴って飛躍的な技術革新が要請されている。そして、コンピュータ用ストレージとして用いられる磁気ディスク装置であるハードディスクドライブ（HDD）に搭載される磁気ディスクにおいては、磁気テープやフレキシブルディスクなどの他の磁気記録媒体と異なり、急速な情報記録密度の増大化が続けられている。パーソナルコンピュータ装置に収納することのできる情報容量は、このような磁気ディスクの情報記録密度の増大に支えられて、飛躍的に増加している。

このような磁気ディスクは、アルミニウム系合金基板やガラス基板などの基板上に、磁性層等が成膜されている。そして、ハードディスクドライブにおいては、高速回転される磁気ディスク上に磁気ヘッドを浮上飛行させながら、この磁気ヘッドにより、情報信号を磁化パターンとして磁性層に記録し、また、再生を行なう。

そして、近年、ハードディスクドライブを携帯用機器（ノート型パーソナルコンピュータ装置など）に搭載すること（モバイル用途）に対する要求が高まったことに伴い、磁気ディスク用の基板として、高強度、かつ、高剛性材料であり耐衝撃性の高いガラス基板が注目されている。また、ガラス基板においては、平滑な表面が得られるので、磁気ディスク上を浮上飛行しながら記録再生を行う磁気ヘッドの浮上量を狭隘化することが可能であり、高い情報記録密度の磁気ディスクを得ることができるからである。

しかしながら、ガラス基板は、脆性材料から成る。そのため、従来より、様々なガラス基板の強化方法が提案されている。例えば、特許第2657967号公報（引用例1）には、ガラス基板を、 $\text{KNO}_3$ 及び $\text{NaNO}_3$ の混合溶液中に所定時間浸漬することによって、ガラス基板の表層部の $\text{Li}^+$ イオンを $\text{K}^+$ イオンに置換し、両面の表層部に圧縮応力層を形成し、これら圧縮応力層の間を引張応力層とする化学強化処理が記載されている。そして、この引用例1においては、引張応力層における引張応力の最大値を $4\text{ kg/mm}^2$ 以下とすることが望ましいとしている。

また、特許第3254157号公報（引用例2）には、引用例1に記載された方法と同様の方法により化学強化したガラス基板において、厚さが $0.5\text{ mm}$ 乃至 $1.0\text{ mm}$ である場合において、圧縮応力層の厚さを $30\text{ }\mu\text{m}$ 乃至 $100\text{ }\mu\text{m}$ とし、圧縮応力層における圧縮応力を $2\text{ kg/mm}^2$ 乃至 $15\text{ kg/mm}^2$ とし、引張応力層における引張応力を $1.5\text{ kg/mm}^2$ 以下とすることが望ましい記載されている。

ところで、近年、磁気ディスクにおいては、情報記録密度が1平方インチ当り40ギガビットを超えるまでに到っている。さらに、1平方インチ当り100ギガビットを超えるような超高記録密度をも実現されようとしている。このように高い情報記録密度が実現できるようになった近年の磁気ディスクは、従来の磁気ディスクに比較してずっと小さなディスク面積であっても、実用上十分な情報量を収納できる。

また、磁気ディスクは、他の情報記録媒体に比較して、情報の記録速度や再生速度（応答速度）が極めて敏速であり、情報の随時書き込み及び読み出しが可能である。

このような磁気ディスクの種々の特徴が注目された結果、近年においては、いわゆる携帯電話、デジタルカメラ、携帯情報機器（例えば、PDA（personal digital assistant）：パーソナルデジタルアシスタント）、あるいは、カーナビゲーションシステムなどのように、パーソナルコンピュータ装置よりも筐体が小さく、かつ、高い応答速度が求められる機器に搭載できる小型のハードディスクドライ

ブが求められるようになってきている。具体的には、携帯電話、デジタルカメラ、携帯型のMP3プレイヤー、PDAなどの携帯情報機器、あるいは、カーナビゲーションシステムなどの車載用機器など、非常に可搬性の高い機器においては、例えば、外径が50mm以下、あるいは、30mm以下、板厚が0.5mm未満、あるいは、0.4mm以下の基板を用いた磁気ディスクを搭載した小型のハードディスクドライブが求められている。

そして、このような、携帯用のいわゆるモバイル機器において使用される小型のハードディスクドライブは、常に、落下や振動等による衝撃といった撃力に曝される。したがって、このような用途においては、信頼性向上のため、磁気ディスクも含め、ハードディスクドライブ内部の部品の各々について、これまで以上に耐衝撃性の向上が求められる。

このような携帯用の機器に使用されるハードディスクドライブに使用する磁気ディスクとしても、ガラス基板を用いた磁気ディスクは有用性がある。硬質材料であるガラスからなるガラス基板は、軟質材料である金属からなる基板に比較して剛性が高く、また、前述したように、化学強化等の手段により、所望の強度を得ることができるからである。

#### 発明の概要：

そこで、本発明の目的は、携帯電話、デジタルカメラ、携帯型のMP3プレイヤー、PDAなどの携帯情報機器、あるいは、カーナビゲーションシステムなどの車載用機器など、非常に可搬性の高い機器に搭載できる小型のハードディスクドライブに好適な磁気ディスク用ガラス基板を提供することである。

本発明の他の目的は、小型のハードディスクドライブに、例えば、2000G、もしくは、それ以上の衝撃が加わった場合においても、破壊することのない磁気ディスク用ガラス基板を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、このような磁気ディスク用ガラス基板を用いた磁気ディスクを提供することである。

本発明者は、ハードディスクドライブの落下試験等における磁気ディスクの破損障害と、磁気ディスク用ガラス基板の製造工程、特に、化学強化工程との因果

関係について知見し、ガラス基板の耐衝撃性の向上についての対策を鋭意研究した。

そして、本発明者が小型のハードディスクドライブに搭載するための小径のガラス基板を製造しようとしたところ、従来のいわゆる2.5インチ型ハードディスクドライブ用、あるいは、3.5インチ型ハードディスクドライブ用のガラス基板の製造に比較して、様々な困難に直面することが見出された。

すなわち、外径が50mm以下、板厚が0.5mm未満というような小型、かつ、薄型のガラス基板においては、従来のような対策のみでは、もやは十分な強度を得ることができず、磁気ディスクの破損などの障害を確実に抑制できない場合があることが判明した。

そこで、本発明者は、前記課題を解決すべく研究を進めた結果、磁気ディスク用ガラス基板の製造工程において、化学強化の条件を適切に設定し制御することにより、前記課題が解決できることを見出した。

すなわち、本発明は以下の態様を有するものである。

(第1の態様)

本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板は、1インチ型ハードディスクドライブ、または、1インチ型ハードディスクドライブよりも小径の磁気ディスクを用いるハードディスクドライブに搭載するために、ディスク厚が0.5mm未満となされた磁気ディスク用ガラス基板であって、両主表面がラッピング処理されることによって所定のディスク厚とされるとともに、両主表面がポリッシング処理されることによってこれら主表面がクラックが除去された鏡面とされており、化学強化処理により、両主表面側の表層部分に厚さ $d_1$ 、 $d_2$ の圧縮応力層が形成され、これら圧縮応力層の間に厚さ $L$ の引張応力層が形成されており、この磁気ディスク用ガラス基板の縦断面をバビネ補償板法を用いて観察することによって測定される引張応力層の厚さ $L$ と、この引張応力層における引張応力の最大値 $P_t$ との積 $L \cdot P_t$ が、 $0.4 \text{ kg/mm}$ 以上、 $2.0 \text{ kg/mm}$ 以下である。

すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$0.4 \text{ [kg/mm]} \leq L \cdot P_t \leq 2.0 \text{ [kg/mm]}$$

なお、通常、化学強化処理後のディスク厚を $T$ とすれば、“ $L = \{T - (d_1 + d_2)\}$ ”として換算することもできるが、直接、引張応力層の厚さ $L$ を測定することが好ましい。

(第2の態様)

また、本発明は、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層の厚さ $L$ は、 $0.4 \text{ mm}$ 以下となっており、引張応力層における引張応力の最大値 $P_t$ は、 $10 \text{ kg/mm}^2$ 以下となっている。

すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$L \leq 0.4 \text{ [mm]}$$

$$P_t \leq 10 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

(第3の態様)

さらに、本発明では、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、一方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ $d_1$ 及び他方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ $d_2$ の総計 $D$ は、ディスク厚 $T$ に対して、 $40\%$ 以上である。

すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$(D/T) \geq 0.4$$

(第4の態様)

そして、本発明では、上記第3の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層における引張応力の最大値 $P_t$ は、 $10 \text{ kg/mm}^2$ 以下である。

すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$P_t \leq 10 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

(第5の態様)

さらに、本発明では、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板において、



圧縮応力層における圧縮応力の最大値  $P_c$  は、 $4 \text{ kg/mm}^2$  以上である。

すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板においては、下記の関係が成立している。

$$P_c \geq 4 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

(第6の態様)

また、本発明では、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板は、ロードアンロード方式により起動停止動作を行うハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いられる。

(第7の態様)

そして、本発明に係る磁気ディスクは、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板を備え、この磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁性層が成膜されている。

(第8の態様)

本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、上記第1の態様の磁気ディスク用ガラス基板を製造するための磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、化学強化処理工程を有し、この化学強化処理工程においては、少なくとも3種類のアルカリ金属元素を含有する溶融状態の硝酸塩にガラス基板を接触させ、低温型イオン交換法により、ガラス基板の両主表面側の表層部分に圧縮応力層を形成し、これら圧縮応力層の間に引張応力層を形成する。

(第9の態様)

また、本発明は、上記第8の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、ポリッシング処理工程を有し、このポリッシング処理工程においては、コロイダルシリカ研磨砥粒、または、ダイヤモンド研磨砥粒を供給しながら、研磨布とガラス基板とを相対的に移動させて、ガラス基板の両主表面のクラックを除去して鏡面とする。

(第10の態様)

さらに、本発明は、上記第9の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法において、ポリッシング処理工程で、主表面の算術平均粗さ ( $R_a$ ) を、 $0.4 \text{ nm}$

m以下の鏡面とする。

(第11の態様)

そして、本発明に係る磁気ディスクの製造方法は、上記第8の態様の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法により製造された磁気ディスク用ガラス基板を用いて、この磁気ディスク用ガラス基板の主表面上に、少なくとも磁性層を成膜する。

本発明による磁気ディスク用ガラス基板においては、化学強化処理により両主表面側の表層部分に形成される圧縮応力層の厚さを $d_1$ 、 $d_2$ とし、引張応力層の厚さを $L$ とし、この引張応力層における引張応力の最大値 $P_t$ としたとき、引張応力層の厚さと引張応力の最大値との積 $L \cdot P_t$ が、 $0.4 \text{ kg/mm}$ 以上、 $2.0 \text{ kg/mm}$ 以下であるために、良好な耐衝撃性を実現することができる。

また、この磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層の厚さ $L$ を、 $0.4 \text{ mm}$ 以下とし、あるいは、一方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ $d_1$ 及び他方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ $d_2$ の総計 $D$ を、ディスク厚 $T$ に対して、 $40\%$ 以上とするとすることにより、良好な耐衝撃性を実現することができる。

そして、これら磁気ディスク用ガラス基板において、引張応力層における引張応力の最大値 $P_t$ を、 $10 \text{ kg/mm}^2$ 以下とすることにより、良好な耐衝撃性と耐久性とを両立させることができる。

また、これら磁気ディスク用ガラス基板においては、圧縮応力層における圧縮応力の最大値 $P_c$ を、 $4 \text{ kg/mm}^2$ 以上とすることにより、良好な耐衝撃性を実現することができる。

そして、本発明に係る磁気ディスクは、前述の磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁性層が成膜されているものであるもので、良好な耐衝撃性及び耐久性を有する磁気ディスクを提供することができる。この磁気ディスクは、ロードアンロード方式により起動停止動作を行うハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクとしても、良好に用いることができる。

したがって、本発明は、携帯電話、デジタルカメラ、携帯型のMP3プレイヤー、PDAなどの携帯情報機器、あるいは、カーナビゲーションシステムなどの

車載用機器など、非常に可搬性の高い機器に搭載できる小型のハードディスクドライブに好適である。このハードディスクドライブに、例えば、2000G、もしくは、それ以上の衝撃が加わった場合においても、破壊することのない磁気ディスク用ガラス基板を提供することができる。また、このような磁気ディスク用ガラス基板を用いた磁気ディスクを提供することができる。

図面の簡単な説明：

図1は、本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板の断面の応力層プロファイルを示す断面図である。

図2は、前記磁気ディスク用ガラス基板についての衝撃試験の結果をプロットしたグラフである。

発明の詳細な説明：

以下、本発明の好ましい実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板は、板状ガラスの主表面をラッピング（研削）処理してガラス母材とし、このガラス母材を切断してガラスディスクを切り出し、このガラスディスクの主表面に対し、少なくともポリッシング（研磨）処理を行って、製造される。

本発明においてラッピング処理に供する板状ガラスとしては、様々な形状の板状ガラスを用いることができる。この板状ガラスの形状は、矩形状であっても、ディスク状（円盤状）であってもよい。ディスク状の板状ガラスは、従来の磁気ディスク用ガラス基板の製造において用いられているラッピング装置を用いてラッピング処理を行うことができ、信頼性の高い加工を安価にて行うことができる。

この板状ガラスのサイズは、製造しようとする磁気ディスク用ガラス基板より大きいサイズである必要がある。例えば、1インチ型ハードディスクドライブ、あるいは、それ以下のサイズの小型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板を製造する場合には、この磁気ディスク用ガラス基板の直径は略20mm乃至30mm程度である。そのため、ディスク状の板状ガラスの直径としては、30mm以上、好ましくは、48mm以上であることが好ましい。特に、直径が65mm以上のディスク状の板状ガラスを用い

れば、1枚の板状ガラスから、複数の1インチ型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板を得ることができ、大量生産に好適である。板状ガラスのサイズの上限については、特に限定する必要はないが、ディスク状の板状ガラスの場合には、直径が100mm以下のものを用いることが好ましい。

この板状ガラスは、例えば、熔融ガラスを材料として、プレス法やフロート法、または、フュージョン法など、公知の製造方法を用いて製造することができる。これらのうち、プレス法を用いれば、板状ガラスを廉価に製造することができる。

また、本発明において用いる板状ガラスの材料としては、化学強化されるガラスであれば、特に制限は設けないが、アルミノシリケートガラスを好ましく挙げることができる。特に、リチウムを含有するアルミノシリケートガラスが好ましい。このようなアルミノシリケートガラスは、イオン交換型化学強化処理、特に、低温イオン交換型化学強化処理により、好ましい圧縮応力を有する圧縮応力層及び引張応力を有する引張応力層を精密に得ることができるので、磁気ディスク用化学強化ガラス基板の材料として特に好ましい。

このようなアルミノシリケートガラスの組成比としては、 $\text{SiO}_2$ を、58乃至75重量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を、5乃至23重量%、 $\text{Li}_2\text{O}$ を、3乃至10重量%、 $\text{Na}_2\text{O}$ を、4乃至13重量%、主成分として含有することが好ましい。

さらに、アルミノシリケートガラスの組成比としては、 $\text{SiO}_2$ を、62乃至75重量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を、5乃至15重量%、 $\text{Li}_2\text{O}$ を、4乃至10重量%、 $\text{Na}_2\text{O}$ を、4乃至12重量%、 $\text{ZnO}_2$ を、5.5乃至15重量%、主成分として含有するとともに、 $\text{Na}_2\text{O}$ と $\text{ZnO}_2$ との重量比( $\text{Na}_2\text{O}/\text{ZnO}_2$ )が0.5乃至2.0、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ と $\text{ZnO}_2$ との重量比( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZnO}_2$ )が0.4乃至2.5であることが好ましい。

また、 $\text{ZnO}_2$ の未溶解物が原因で生じるガラスディスクの表面の突起を無くするためには、モル%表示で、 $\text{SiO}_2$ を、57乃至74%、 $\text{ZnO}_2$ を、0乃至2.8%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を、3乃至15%、 $\text{Li}_2\text{O}$ を、7乃至16%、 $\text{Na}_2\text{O}$ を、4乃至14%含有する化学強化用ガラスを使用することが好ましい。

このようなアルミノシリケートガラスは、化学強化処理を施すことによって、抗折強度が増加し、ヌープ硬度にも優れたものとなる。

ラッピング処理は、ワーク、すなわち、板状ガラスの主表面の形状精度（例えば、平坦度）や寸法精度（例えば、板厚の精度）を向上させるために行われる。このラッピング処理は、板状ガラスの主表面に、砥石、あるいは、定盤を押圧させ、これら板状ガラス及び砥石または定盤を相対的に移動させることにより、板状ガラスの主表面を研削することにより行われる。このようなラッピング処理は、遊星歯車機構を利用した両面ラッピング装置を用いて行うことができる。

また、このラッピング処理においては、板状ガラスの主表面に研削液を供給することにより、スラッジ（研削屑）を研削面から洗い流し、また、研削面を冷却するのが好ましい。さらに、この研削液に遊離砥粒を含有させたスラリーをワークの主表面に供給して研削してもよい。

ラッピング処理において用いる砥石としては、ダイヤモンド砥石を用いることができる。また、遊離砥粒としては、アルミナ砥粒やジルコニア砥粒、または、炭化珪素砥粒などの硬質砥粒を用いるのが好ましい。

このラッピング処理により、板状ガラスの形状精度が向上し、主表面の形状が平坦化されるとともに板厚が所定の値となるまで削減されたガラス母材が形成される。

本発明においては、ガラス母材の主表面がラッピング処理により平坦となされ、また、板厚が削減されている。この結果、このガラス母材を切断して、このガラス母材からガラスディスクを切り出すことができる。すなわち、本発明においては、ガラス母材からガラスディスクを切り出すときに、欠け、ひび、割れといった欠陥が発生することを防止することができる。

ガラス母材の平坦度としては、例えば、 $7088\text{ mm}^2$ （直径95mmの円の面積）において、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。また、ガラス母材の板厚としては、 $2\text{ mm}$ 以下であることが好ましく、 $0.8\text{ mm}$ 以下であることがより好ましい。なお、ガラス母材の板厚が $0.2\text{ mm}$ 未満であると、ガラス母材自体が、ガラスディスクを切り出す工程におけ

る負荷に耐えられない恐れがある。従って、ガラス母材の板厚は、0.2 mm以上とすることが好ましい。一方、ガラス母材の板厚が2 mmを超えると、板厚が厚すぎるために精密な切り出しができない恐れがあり、また、ガラスディスクを切り出すときに、欠け、ひび、割れといった欠陥が発生する恐れがある。

ガラス母材のサイズは、製造しようとする磁気ディスク用ガラス基板より大きいサイズである必要がある。例えば、1インチ型ハードディスクドライブ、あるいは、それ以下のサイズの小型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板を製造する場合には、磁気ディスク用ガラス基板の直径は略20 mm乃至30 mm程度である。従って、ガラス母材の直径としては、30 mm以上、好ましくは、48 mm以上であることが好ましい。特に、直径が65 mm以上のガラス母材を用いれば、1枚のガラス母材から、1インチ型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板となるガラスディスクを複数枚切り出すことができ、大量生産に好適である。ガラス母材のサイズの上限については、特に限定する必要はないが、ディスク状のガラス母材の場合には、直径が100 mm以下とすることが好ましい。

ガラス母材の切断は、ダイヤモンドカッタやダイヤモンドドリルなど、ガラスよりも硬質な物質を含む切刃や砥石を用いて行うことができる。また、ガラス母材の切断は、レーザカッタを用いて行ってもよい。ただし、レーザカッタを用いて直径30 mm以下の小型のガラスディスクを精密に切り出すことは困難な場合がある。この場合には、切刃や砥石を用いる方が簡便に切り出しを行うことができて好ましい。

ここで、ガラス母材から切り出されるガラスディスクのサイズとして、特に好適なサイズは、直径30 mm以下である。そして、本発明においては、ガラス母材から切り出されたガラスディスクに対して、少なくともポリッシング処理を施し、ガラスディスクの主表面を鏡面化する。

このポリッシング処理を施すことにより、ガラスディスクの主表面のクラックが除去され、主表面の表面粗さは、例えば、 $R_{max}$  で5 nm以下、算術平均粗さ( $R_a$ )で0.4 nm以下になる。ガラスディスクの主表面がこのような鏡面と

なっていれば、このガラスディスクを用いて製造される磁気ディスクにおいて、磁気ヘッドの浮上量が、例えば、10 nmである場合であっても、いわゆるクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害の発生を防止することができる。また、ガラスディスクの主表面がこのような鏡面となっていれば、後述する化学強化処理において、ガラスディスクの微細領域において均一に化学強化処理を施すことができ、また、微小クラックによる遅れ破壊を防ぐことができる。

このポリッシング処理は、例えば、ガラスディスクの主表面に、研磨布（例えば、研磨パッド）が貼り付けられた定盤を押圧させ、ガラスディスクの主表面に研磨液を供給しながら、これらガラスディスク及び定盤を相対的に移動させ、ガラスディスクの主表面を研磨することにより行われる。このとき、研磨液には、研磨砥粒を含有させておくのが好ましい。研磨砥粒としては、コロイダルシリカ研磨砥粒を用いることができる。研磨砥粒としては、平均砥粒が10 nm乃至200 nmの砥粒を用いるのが望ましい。

また、別のポリッシング処理としては、例えば、ガラスディスクの主表面にテープ状の研磨布（例えば、研磨テープ）を押し付け、ガラスディスクの主表面に研磨液を供給しながら、これらガラスディスク及び研磨布を相対的に移動させ、ガラスディスクの主表面を研磨するテープ研磨方法も用いてもよい。このとき、研磨液には、研磨砥粒を含有させるのが好ましい。研磨砥粒としては、ダイヤモンド研磨砥粒を用いることができる。研磨砥粒としては、平均粒径が10 nm乃至200 nmの砥粒を用いるのが好ましい。

なお、本発明で用いる研磨パッド、あるいは、研磨テープの研磨面は、ポリウレタン、ポリエステルなどの樹脂材料で形成することが好ましい。研磨パッドであれば、研磨面を発泡樹脂（例えば、発泡ポリウレタン）、研磨テープであれば、研磨面を樹脂繊維（例えば、ポリエステル樹脂繊維）とすることが好適である。

なお、本発明においては、ガラスディスクをポリッシングする前に、ラッピング処理をしておくことが好ましい。このときのラッピング処理は、前述した板状ガラスに対するラッピング処理と同様の方法により行うことができる。ガラスディスクをラッピング処理してからポリッシング処理を行うことにより、より短時

間で、鏡面化された主表面を得ることができる。

また、本発明においては、ガラスディスクの端面を鏡面研磨しておくことが好ましい。ガラスディスクの端面は切断形状となっているので、この端面を鏡面にポリッシングする。この結果、パーティクルの発生を抑制することができ、この磁気ディスク用ガラス基板を用いて製造された磁気ディスクにおいて、サーマルアスペリティ障害を良好に防止することができる。また、端面が鏡面であれば、微小クラックによる遅れ破壊を防止できる。端面の鏡面状態としては、算術平均粗さ(Ra)で100nm以下の鏡面が好ましい。

そして、本発明においては、ガラスディスクのポリッシング工程の前及び／又は後に、化学強化処理を施す。化学強化処理を行うことにより、磁気ディスク用ガラス基板の表面に高い圧縮応力を生じさせることができ、耐衝撃性を向上させることができる。特に、ガラスディスクの材料としてアルミノシリケートガラスを用いている場合には、好適に化学強化処理を行うことができる。

本発明における化学強化処理としては、公知の化学強化処理方法を用いたものであれば、特に制限されない。ガラスディスクの化学強化処理は、例えば、加熱した化学強化熔融塩に、ガラスディスクを接触させ、ガラスディスクの表層のイオンが化学強化塩のイオンでイオン交換されることによって行われる。

ここで、イオン交換法としては、低温型イオン交換法、高温型イオン交換法、表面結晶化法、ガラス表面の脱アルカリ法などが知られている。本発明においては、ガラスの徐冷点を超えない温度領域でイオン交換を行う低温型イオン交換法を用いることが好ましい。

なお、この低温型イオン交換法では、ガラスの徐冷点以下の温度領域において、ガラス中のアルカリイオンをこのアルカリイオンよりもイオン半径の大きいアルカリイオンと置換し、イオン交換部の容積増加によってガラス表層に圧縮応力を発生させ、ガラス表層を強化する。

なお、化学強化処理を行なうときの熔融塩の加熱温度は、イオン交換を良好に行うために、280°C乃至660°C、特に、300°C乃至400°Cであることが好ましい。



ガラスディスクを熔融塩に接触させる時間は、数時間乃至数十時間とすることが好ましい。

なお、ガラスディスクを熔融塩に接触させる前に、予備加熱として、ガラスディスクを $100^{\circ}\text{C}$ 乃至 $300^{\circ}\text{C}$ に加熱しておくことが好ましい。また、化学強化処理後のガラスディスクは、冷却、洗浄工程等を経て、製品（磁気ディスク用ガラス基板）となる。

また、本発明において、化学強化処理を行うための処理槽の材料としては、耐食性に優れるとともに、低発塵性の材料であれば、特に限定されない。化学強化塩や化学強化熔融塩は酸化性があり、かつ、処理温度が高温なので、耐食性に優れた材料を選定することにより、損傷や発塵を抑制し、もって、サーマルアスペリティ障害や、ヘッドクラッシュを抑制する必要がある。この観点からは、処理槽の材料としては、石英材が特に好ましいが、ステンレス材や、特に耐食性に優れるマルテンサイト系、または、オーステナイト系ステンレス材も用いることができる。なお、石英材は、耐食性に優れるが、高価なので、採算性を考慮して、適宜選択することができる。

本発明における化学強化塩の材料としては、アルカリ金属元素を含有する硝酸塩、例えば、硝酸カリウム、硝酸ナトリウム、硝酸リチウムなどを含有する硝酸塩を用いることが好適である。なお、硝酸塩に含有されるリチウム元素は、 $10\text{ ppm}\sim 2000\text{ ppm}$ とすることが好適である。化学強化熔融塩中に含有されるリチウムイオンが多すぎると、イオン交換が阻害されてしまう。この結果、本発明で得ようとする引張応力や圧縮応力を得ることが困難になる場合がある。このような化学強化塩は、ガラス、特に、リチウム元素を含むアルミノシリケートガラスを化学強化処理したときに、磁気ディスク用ガラス基板としての所定の剛性及び耐衝撃性を実現することができる。

前述のようにして製造される本発明に係る磁気ディスク用ガラス基板としては、ディスク厚が $0.5\text{ mm}$ 未満、特に、ディスク厚が $0.1\text{ mm}$ 乃至 $0.4\text{ mm}$ の薄型磁気ディスク用ガラス基板が特に好適である。また、この磁気ディスク用ガラス基板としては、ディスクの直径（外径）が $30\text{ mm}$ 以下の小型磁気ディスク

用ガラス基板が特に好適である。このような薄型、小型磁気ディスクは、1インチ型ハードディスクドライブ、または、1インチ型ハードディスクドライブよりも小型のハードディスクドライブに搭載されるからである。すなわち、この磁気ディスク用ガラス基板は、1インチ型ハードディスクドライブ、または、1インチ型ハードディスクドライブよりも小型のハードディスクドライブに搭載される磁気ディスク用ガラス基板として好適である。

なお、1インチ型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクを製造するための磁気ディスク用ガラス基板の直径は、約27.4mm、ディスク厚は、0.381mmである。また、0.85インチ型ハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクを製造するための磁気ディスク用ガラス基板の直径は、約21.6mmである。

そして、本発明に係る磁気ディスクにおいて、磁気ディスク用ガラス基板上に形成される磁性層としては、例えば、コバルト(Co)系強磁性材料からなるものを用いることができる。特に、高い保磁力が得られるコバルト-プラチナ(Co-Pt)系強磁性材料や、コバルト-クロム(Co-Cr)系強磁性材料からなる磁性層が好ましい。なお、磁性層の形成方法としては、DCマグネトロンスパッタリング法を用いることができる。

また、ガラス基板と磁性層との間に、適宜、下地層等を介挿させることが好ましい。これら下地層の材料としてはAl-Ru系合金や、Cr系合金などを用いることができる。

また、磁性層上には、磁気ヘッドの衝撃から磁気ディスクを防護するための保護層を設けることができる。この保護層としては、硬質な水素化炭素保護層を好ましく用いることができる。

さらに、この保護層上に、PFPE(パーフルオロポリエーテル)化合物からなる潤滑層を形成することにより、磁気ヘッドと磁気ディスクとの干渉を緩和することができる。この潤滑層は、例えば、ディップ法により、塗布成膜することにより形成することができる。

(実施例)

以下、実施例及び比較例を挙げることにより、本発明を具体的に説明する。なお、本発明は、これら実施例の構成に限定されるものではない。

(実施例1：磁気ディスク用ガラス基板の製造方法)

以下に述べる本実施例における磁気ディスク用ガラス基板の製造方法は、以下の(1)乃至(7)の工程からなる。

- (1) 粗ラッピング工程 (粗研削工程)
- (2) 形状加工工程
- (3) 精ラッピング工程 (精研削工程)
- (4) 端面鏡面加工 (ポリッシング) 工程
- (5) 第1研磨 (ポリッシング) 工程
- (6) 第2研磨 (ポリッシング) 工程
- (7) 化学強化工程

まず、アモルファスのアルミノシリケートガラスからなるディスク状のガラス母材を用意した。このアルミノシリケートガラスは、リチウムを含有している。このアルミノシリケートガラスの組成は、 $\text{SiO}_2$ を、63.6重量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を、14.2重量%、 $\text{Na}_2\text{O}$ を、10.4重量%、 $\text{Li}_2\text{O}$ を、5.4重量%、 $\text{ZnO}_2$ を、6.0重量%、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ を、0.4重量%含むものである。

(1) 粗ラッピング工程

溶融させたアルミノシリケートガラスから形成した厚さ0.6mmのシートガラスをガラス母材として用いて、このシートガラスから、研削砥石により、直径28.7mm、厚さ0.6mmの円盤状のガラスディスクを得た。

シートガラスを形成する方法としては、一般に、ダウンドロー法やフロート法が用いられるが、これ以外に、ダイレクトプレスによって、円盤状のガラス母材を得てもよい。このシートガラスの材料であるアルミノシリケートガラスとしては、 $\text{SiO}_2$ を、58乃至75重量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を、5乃至23重量%、 $\text{Na}_2\text{O}$ を、4乃至13重量%、 $\text{Li}_2\text{O}$ を、3乃至10重量%、含有するものであればよい。

次に、ガラスディスクに対し、寸法精度及び形状精度の向上のために、ラッピング工程を施した。このラッピング工程は、両面ラッピング装置を用いて、粒度 # 400 の砥粒を用いて行なった。

具体的には、始めに粒度 # 400 のアルミナ砥粒を用い、荷量を 100 kg 程度に設定して、サンギアとインターナルギアを回転させることによって、キャリア内に収納したガラスディスクの両面を、面精度 0 乃至  $1\ \mu\text{m}$ 、表面粗さ ( $R_{\text{max}}$ )  $6\ \mu\text{m}$  程度にラッピングした。

## (2) 形状加工工程

次に、円筒状の砥石を用いて、ガラスディスクの中央部分に直径 6.1 mm の孔を形成するとともに、外周端面の研削をして、直径を 27.43 mm とした後、外周端面及び内周端面に所定の面取り加工を施した。このときのガラスディスクの端面の表面粗さは、 $R_{\text{max}}$  で  $4\ \mu\text{m}$  程度であった。

なお、一般に、2.5 インチ型 HDD (ハードディスクドライブ) では、外径が 65 mm の磁気ディスクを用いている。

## (3) 精ラッピング工程

次に、砥粒の粒度を # 1000 に替え、ガラスディスクの主表面をラッピングすることにより、主表面の表面粗さを、 $R_{\text{max}}$  で  $2\ \mu\text{m}$  程度、 $R_a$  で  $0.2\ \mu\text{m}$  程度とした。

この精ラッピング工程を行うことにより、前工程である粗ラッピング工程や形状加工工程において主表面に形成された微細な凹凸形状を低減させることができる。

このような精ラッピング工程を終えたガラスディスクを、超音波を印加した中性洗剤及び水の各洗浄槽に順次浸漬して、超音波洗浄を行なった。

## (4) 端面鏡面加工 (ポリッシング) 工程

次いで、ガラスディスクの端面について、ブラシ研磨により、ガラスディスクを回転させながら、ガラスディスクの端面 (内周端面及び外周端面) の表面の粗さを、 $R_a$  で  $40\ \text{nm}$  程度に研磨した。

そして、端面鏡面加工を終えたガラスディスクの主表面を水洗浄した。

なお、この端面鏡面加工（ポリッシング）工程においては、ガラスディスクを重ね合わせて端面をポリッシングするが、この際に、ガラスディスクの主表面にキズ等が付くことを避けるため、後述する第1研磨（ポリッシング）工程よりも前、あるいは、第2研磨（ポリッシング）工程の前後に行うことが好ましい。

この端面鏡面加工（ポリッシング）工程により、ガラスディスクの端面は、パーティクル等の発塵を防止できる鏡面状態に加工された。端面鏡面加工（ポリッシング）工程後にガラスディスクの直径を測定したところ、27.4 mmであった。

#### （5）第1研磨（ポリッシング）工程

次に、前述した精ラッピング工程において残留した傷や歪みを除去するため、両面研磨装置を用いて、第1研磨（ポリッシング）工程を行なった。

両面研磨装置においては、研磨パッドが貼り付けられた上下定盤の間に、キャリアにより保持させたガラスディスクを密着させ、このキャリアを、サンギア及びインターナルギアに噛合させるとともに、ガラスディスクを上下定盤によって挟圧する。その後、研磨パッドの研磨面とガラスディスクの主表面との間に研磨液を供給しながら、サンギアを回転させることによって、ガラスディスクは、定盤上で自転しながらインターナルギアの回りを公転して、両主表面を同時に研磨加工される。

以下の実施例で使用する両面研磨装置としては、同一の装置を用いている。具体的には、研磨パッドとして発泡ポリウレタンを用いて、第1研磨（ポリッシング）工程を実施した。研磨条件は、酸化セリウム及びRO水からなる研磨液を用いた。そして、この第1研磨（ポリッシング）工程を終えたガラスディスクを、中性洗剤、純水(1)、純水(2)、IPA（イソプロピルアルコール）、IPA（蒸気乾燥）の各洗浄槽に順次浸漬させて、超音波洗浄し、乾燥させた。

#### （6）第2研磨（ポリッシング）工程

次に、第1研磨工程で使用した両面研磨装置と同様の両面研磨装置を用いて、ポリッシャを軟質研磨パッド（発泡ポリウレタン）に替えて、主表面の鏡面研磨工程として、第2研磨（ポリッシング）工程を実施した。

この第2研磨（ポリッシング）工程は、前述した第1研磨（ポリッシング）工程により得られた平坦な主表面を維持しつつ、クラックを確実に除去し、この主表面の表面粗さ $R_a$ を、例えば、0.4乃至0.1nm程度まで低減させた鏡面とするために行われる。

研磨液は、コロイダルシリカ研磨砥粒（平均粒径80nm）及びRO水からなる研磨液を用い、荷重を $100\text{ g/cm}^2$ 、研磨時間を5分とした。

そして、この第2研磨工程を終えたガラスディスクを、中性洗剤、純水(1)、純水(2)、IPA（イソプロピルアルコール）、IPA（蒸気乾燥）の各洗浄槽に順次浸漬させて、超音波洗浄し、乾燥させた。

#### （7）化学強化工程

次に、洗浄を終えたガラスディスクに対し、化学強化処理を施した。化学強化処理は、硝酸カリウムと硝酸ナトリウムと硝酸リチウムとを混合させた化学強化塩を溶解させた化学強化溶解塩を用いて行った。そして、リチウム含有量をICP発光分析装置を用いて測定した。

この化学強化溶液を、 $340^\circ\text{C}$ 乃至 $380^\circ\text{C}$ に加熱し、洗浄及び乾燥を終えたガラスディスクを、約2時間乃至4時間浸漬して、化学強化処理を行なった。この浸漬の際には、磁気ディスク用ガラス基板の表面全体が化学強化されるようにするため、複数の磁気ディスク用ガラス基板が端面で保持されるように、ホルダーに収納した状態で行った。

このような化学強化条件を任意に選択することにより、ガラスディスクの強度及び応力層のプロファイルを任意に制御して、複数のサンプルを作製した。これらサンプルの作製条件を、以下の表1に示す。

表 1  
サンプル作成条件

サンプル	処理温度[°C]	処理時間[時間]	化学強化塩のリチウム濃度[ppm]
1	340	2	10
2	340	2	2000
3	340	4	10
4	340	4	2000
5	380	2	10
6	380	2	2000
7	380	4	10
8	380	4	2000
9	450	4	10
10	処理無し	処理無し	処理無し

化学強化処理を終えた磁気ディスク用ガラス基板を、20°Cの水槽に浸漬して急冷し、約10分間維持した。

そして、急冷を終えた磁気ディスク用ガラス基板を、約40°Cに加熱した濃硫酸に浸漬して洗浄を行った。さらに、硫酸洗浄を終えた磁気ディスク用ガラス基板を、純水(1)、純水(2)、IPA（イソプロピルアルコール）、IPA（蒸気乾燥）の各洗浄槽に順次浸漬させて、超音波洗浄し、乾燥させた。

次に、洗浄を終えた磁気ディスク用ガラス基板の主表面について、目視検査を行い、さらに、光の反射、散乱及び透過を利用した精密検査を実施した。その結果、磁気ディスク用ガラス基板の主表面には、付着物による突起や、傷等の欠陥は発見されなかった。

また、前述のような工程を経て得られた磁気ディスク用ガラス基板の主表面の表面粗さは、原子間力顕微鏡（AFM）によって測定したところ、 $R_{max}$ で2.5nm、 $R_a$ で0.30nmと、超平滑な鏡面となっていることが確認された。なお、表面粗さの数値は、AFM（原子間力顕微鏡）によって測定した表面形状

について、日本工業規格 (JIS) B0601にしたがって算出したものである。

また、得られた磁気ディスク用ガラス基板は、内径が7mm、外径が27.4mm、板厚は0.381mmであり、1インチ型磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板の所定寸法であることを確認した。

さらに、この磁気ディスク用ガラス基板の円孔の内周側端面の表面粗さは、 $R_a$ で40nm、側壁部が $R_a$ で50nmであった。外周端面における表面粗さ $R_a$ は、面取部で40nm、側壁部で70nmであった。このように、内周側端面は、外周側端面と同様に、鏡面状に仕上がっていることを確認した。

得られた磁気ディスク用ガラス基板の主表面を精密に電子顕微鏡を用いて分析したが、クラックなどは存在しない鏡面であることが確認された。コロイダルシリカ研磨砥粒 (平均粒径80nm) を用いて主表面の鏡面研磨を行うことで、 $R_a$ で0.30nmの平滑な鏡面に仕上げることができた。

主表面が $R_a$ で0.1nm乃至0.4nm程度であるクラックが除去された鏡面が形成されることにより、化学強化ガラスの遅れ破壊をより確実に防止できる。

また、磁気ディスク用ガラス基板の表面に異物やサーマルアスペリティの原因となるパーティクルは認められず、円孔の内周側端面にも異物やクラックは認められなかった。

#### (応力層の測定)

得られた磁気ディスク用ガラス基板を、主表面に対する垂直な切断面が現れるように、幅3mm程度の短冊状の切片に切断した。さらに、この切片の両側の切断面 (基板断面) 同士の距離が0.5mm程度になるように、切断面を研磨剤及び研磨パッドを用いて研削処理及び研磨処理した。

図1は、この磁気ディスク用ガラス基板の断面の応力層プロファイルを示す断面図である。

このようにして顕れた磁気ディスク用ガラス基板の断面を、バビネ補償板法を用いて測定することにより、図1に示すように、磁気ディスク用ガラス基板の断面の応力層プロファイルが得られる。

なお、バビネ補償板 (Babinet compensator) とは、等しい角度を持った二つ



の相対した水晶楔(クサビ)を含む器具であり、一つの楔はマイクロメーターのネジによってその長さの方向に移動するようになっている。これら二つの楔は、光学軸方向が互いに垂直で、かつ、移動プリズムの軸方向は移動方向に沿っている。この器具は、結晶の位相差の遅れ(リターデーション)や複屈折の度合い、あるいは、内部応力のあるガラスの検査などに広く使用されているものである。

この応力層プロファイルに関して、以下のように定義する。

$T$  : 磁気ディスク用ガラス基板の厚さ (総厚) [mm]

$d_1, d_2$  : 圧縮応力層の厚さ (深さ) (stress layer depth) [mm]

$D (=d_1 + d_2)$  : 圧縮応力層の厚さ総計 [mm]

$L (=T - (d_1 + d_2))$  : 引張応力層の厚さ [mm]

$P_c$  : 圧縮応力 (compression stress) [ $\text{kg/mm}^2$ ]

$P_t$  : 引張応力 (tensile stress) [ $\text{kg/mm}^2$ ]

とする。

#### (耐衝撃試験)

得られた磁気ディスク用ガラス基板について、衝撃試験を行った。この衝撃試験は、磁気ディスク用ガラス基板を専用の衝撃試験用治具に組み付け、正弦半波パルスの衝撃を、1000G乃至5000Gまで主表面に対する垂直方向に順次与え、この磁気ディスク用ガラス基板の破損状況を見ることによって行った。

ハードディスクドライブ (HDD) の製品仕様としては、現在、2000Gに耐えられることが求められている。したがって、磁気ディスク用ガラス基板としては、十分なマージンをもたせるため、50%の余裕をもたせ、衝撃試験にて、3000Gの衝撃に耐え得るものを合格品とする。衝撃試験の結果を、以下の表2に示す。

表 2

## 耐衝撃性試験

No.	Pt[kg/mm <sup>2</sup> ]	Pc[kg/mm <sup>2</sup> ]	D/2[mm]	D/T[%]	L[mm]	L-Pt[kg/mm]	ガラス基板衝撃 試験 8000G	遅れ破壊
1	3.62	10.10	0.089	46.7	0.203	0.734	OK	OK
2	1.57	4.65	0.073	38.3	0.235	0.369	NG	OK
3	5.50	11.08	0.100	52.5	0.181	0.996	OK	OK
4	1.86	5.32	0.082	43.0	0.217	0.404	OK	OK
5	5.70	11.89	0.101	53.0	0.179	1.020	OK	OK
6	2.18	4.97	0.091	47.8	0.199	0.434	OK	OK
7	6.22	13.71	0.102	53.5	0.177	1.101	OK	OK
8	2.44	5.57	0.097	50.9	0.187	0.456	OK	OK
9	12.55	23.32	0.108	56.7	0.165	2.071	OK	NG
10	0	0	0	0	0	0	NG	OK

この衝撃試験の結果からわかるように、 $\{T - (d_1 + d_2)\} \cdot P_t$ 、すなわち、 $L \cdot P_t$ が、 $0.4 \text{ [kg/mm]}$  未満であると、 $3000 \text{ G}$ の衝撃に耐えられない。また、 $L \cdot P_t$ が、 $2.0 \text{ [kg/mm]}$ を超えたサンプルについては、遅れ破壊が発生することがわかった。

図2は、この磁気ディスク用ガラス基板についての衝撃試験の結果をプロットしたグラフである。

すなわち、磁気ディスク用ガラス基板が $3000 \text{ G}$ の衝撃に耐え、かつ、遅れ破壊が発生しないようにするためには、図2に示すように、下記の関係が成立していることが必要である。

$$0.4 \text{ [kg/mm]} \leq L \cdot P_t \leq 2.0 \text{ [kg/mm]}$$

また、この磁気ディスク用ガラス基板においては、圧縮応力層の厚さ $d_1$ 、 $d_2$ が不十分であると、耐衝撃性が低下するので、下記の関係が成立していることが必要である。

$$L \leq 0.4 \text{ [mm]} \text{ (ただし、} L < T \text{ である。)}$$

圧縮応力層の厚さ $d_1$ 、 $d_2$ を十分に確保するという意味では、下記の関係が成立していることとしてもよい。

$$(D/T) \geq 0.4$$

なお、圧縮応力層の厚さ $d_1$ 、 $d_2$ が厚くなりすぎると、引張応力層における引張応力が強くなりすぎて、遅れ破壊を誘引する恐れがある。従って、実用上、下記の関係が成立していることが望ましい。

$$(D/T) \leq 0.55$$

また、この磁気ディスク用ガラス基板においては、圧縮応力層における圧縮応力 $P_c$ が不十分であると、耐衝撃性が低下する。従って、下記の関係が成立していることが必要である。

$$P_c \geq 4 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

そして、遅れ破壊が生じないようにするためには、引張応力層における引張応力 $P_t$ について、下記の関係が成立していることとしてもよい。

$$P_t \leq 10 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

なお、上記と同様に様々な化学強化条件を任意に選択して磁気ディスク用ガラス基板を同様に製造し、耐衝撃性に100%の余裕度（マージン）を持たせるために4000Gの耐衝撃性試験を同様に実施した。この結果、 $L \cdot Pt$ を0.5以上とすれば、4000Gの衝撃に耐久できることが分かった。また、 $L : Pt$ を1.0以下とすれば、遅れ破壊を防止できることが分かった。

（実施例2：磁気ディスクの製造方法）

次に、以下の工程を経て、磁気ディスクを製造した。

前述の工程により得た磁気ディスク用ガラス基板の同主表面に、静止対向型のDCマグネトロンスパッタリング装置を用いて、Al-Ru合金のシード層、Cr-W合金の下地層、Co-Cr-Pt-Ta合金の磁性層、水素化炭素保護層を順次成膜した。シード層は、磁性層の磁性グレインを微細化させる作用を奏し、下地層は、磁性層の磁化容易軸を面内方向に配向させる作用を奏する。

この磁気ディスクは、非磁性基板である磁気ディスク用ガラス基板と、この磁気ディスク用ガラス基板上に形成された磁性層と、この磁性層上に形成された保護層と、この保護層上に形成された潤滑層とを少なくとも備えている。

そして、磁気ディスク用ガラス基板と磁性層との間には、シード層及び下地層からなる非磁性金属層（非磁性下地層）が形成されている。この磁気ディスクにおいて、磁性層以外は、全て非磁性体からなる層である。この実施例においては、磁性層及び保護層、保護層及び潤滑層は、それぞれ接した状態で形成されている。

すなわち、まず、スパッタリングターゲットとして、Al-Ru（アルミニウム-ルテニウム）合金（Al：50at%、Ru：50at%）を用いて、磁気ディスク用ガラス基板上に、膜厚30nmのAl-Ru合金からなるシード層をスパッタリングにより成膜した。次に、スパッタリングターゲットとして、Cr-W（クロム-タングステン）合金（Cr：80at%、W：20at%）を用いて、シード層5上に、膜厚20nmのCr-W合金からなる下地層をスパッタリングにより成膜した。次いで、スパッタリングターゲットとして、Co-Cr-Pt-Ta（コバルト-クロム-プラチナ-タンタル）合金（Cr：20at%、Pt：12at%、Ta：5at%、残部Co）からなるスパッタリングターゲ

ットを用いて、下地層上に、膜厚15nmのCo-Cr-Pt-Ta合金からなる磁性層をスパッタリングにより形成した。

次に、磁性層上に水素化炭素からなる保護層を形成し、さらに、PFPE（パーフロロポリエーテル）からなる潤滑層をディップ法で成膜した。保護層は、磁気ヘッドの衝撃から磁性層を保護する作用を奏する。このようにして、磁気ディスクを得た。

得られた磁気ディスクを用い、浮上量が10nmのグライドヘッドによりグライド検査を行ったところ、衝突する異物等は検出されず、安定した浮上状態を維持することができた。また、この磁気ディスクを用いて、700kFCIで記録再生試験を行ったところ、十分な信号強度比（S/N比）を得ることができた。また、信号のエラーは確認されなかった。

さらに、1平方インチ当り60ギガビット以上の情報記録密度を必要とする1インチ型ハードディスクドライブに搭載して駆動させたところ、特に問題なく記録再生を行うことができた。すなわち、クラッシュ障害やサーマルアスぺリティ障害は発生しなかった。

なお、本発明においては、磁気ディスク用ガラス基板の直径（サイズ）については、特に限定されるものではない。しかし、本発明は、特に、小径の磁気ディスク用ガラス基板を製造する場合に優れた有用性を発揮する。ここでいう小径とは、例えば、直径が30mm以下の磁気ディスク用ガラス基板である。

すなわち、例えば、直径が30mm以下の小径の磁気ディスクは、カーナビゲーションシステムなどの車載用機器や、PDAや携帯電話端末装置などの携帯用機器における記憶装置において用いられ、固定されて使用される機器における通常の磁気ディスクと比較して、高い耐久性や耐衝撃性が要求されるからである。

特許請求の範囲:

1. 1インチ型ハードディスクドライブまたは1インチ型ハードディスクドライブよりも小径の磁気ディスクを用いるハードディスクドライブに搭載するために、ディスク厚が0.5mm未満となされた磁気ディスク用ガラス基板であって、

両主表面がラッピング処理されることによって、所定のディスク厚となされるとともに、該両主表面がポリッシング処理されることによって、これら主表面がクラックが除去された鏡面となされており、

化学強化処理により、前記両主表面側の表層部分に圧縮応力層が形成され、これら圧縮応力層の間に引張応力層が形成されており、

この磁気ディスク用ガラス基板の縦断面をバビネ補償板法を用いて観察することによって測定される前記引張応力層の厚さと、この引張応力層における引張応力の最大値との積が、 $0.4 \text{ kg/mm}$ 以上、 $2.0 \text{ kg/mm}$ 以下である磁気ディスク用ガラス基板。

2. 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、

引張応力層の厚さは、 $0.4 \text{ mm}$ 以下であり、

前記引張応力層における引張応力の最大値は、 $10 \text{ kg/mm}^2$ 以下である磁気ディスク用ガラス基板。

3. 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、

一方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さ及び他方の主表面側に生成される圧縮応力層の厚さの総計は、ディスク厚に対して、 $40\%$ 以上である磁気ディスク用ガラス基板。

4. 請求項3に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、

前記引張応力層における引張応力の最大値は、 $10 \text{ kg/mm}^2$ 以下である磁気ディスク用ガラス基板。

5. 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、

前記圧縮応力層における圧縮応力の最大値は、 $4 \text{ kg/mm}^2$ 以上である磁気ディスク用ガラス基板。

6. 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板であって、  
ロードアンロード方式により起動停止動作を行うハードディスクドライブに搭載する磁気ディスクに用いる磁気ディスク用ガラス基板。
7. 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板を備え、  
前記磁気ディスク用ガラス基板上に、少なくとも磁性層が成膜されている磁気ディスク。
8. 請求項1に記載の磁気ディスク用ガラス基板を製造するための磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、  
化学強化処理工程を有し、  
前記化学強化処理工程においては、少なくとも3種類のアルカリ金属元素を含有する熔融状態の硝酸塩にガラス基板を接触させ、  
低温型イオン交換法により、前記ガラス基板の両主表面側の表層部分に圧縮応力層を形成し、  
これら圧縮応力層の間に引張応力層を形成する磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
9. 請求項8に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、  
ポリッシング処理工程を有し、  
前記ポリッシング処理工程においては、コロイダルシリカ研磨砥粒またはダイヤモンド研磨砥粒を供給しながら、研磨布とガラス基板とを相対的に移動させて、前記ガラス基板の両主表面のクラックを除去して鏡面とする磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
10. 請求項9に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法であって、  
前記ポリッシング処理工程においては、前記主表面の算術平均粗さ(Ra)を、  
0.4nm以下の鏡面とする磁気ディスク用ガラス基板の製造方法。
11. 請求項8に記載の磁気ディスク用ガラス基板の製造方法により製造された磁気ディスク用ガラス基板を用いて、前記磁気ディスク用ガラス基板の主表面上に、少なくとも磁性層を成膜する磁気ディスクの製造方法。

開示の要約：

化学強化により、両面側の表層部分が圧縮応力層と成り、これら圧縮応力層の間が引張応力層となり、厚さが0.5mm未満であり、引張応力層の厚さをLとし、引張応力層における引張応力の値を $P_t$  [kg/mm<sup>2</sup>] としたとき、

$0.4 \text{ [kg/mm]} \leq L \cdot P_t \leq 2.0 \text{ [kg/mm]}$  の関係が成立している。



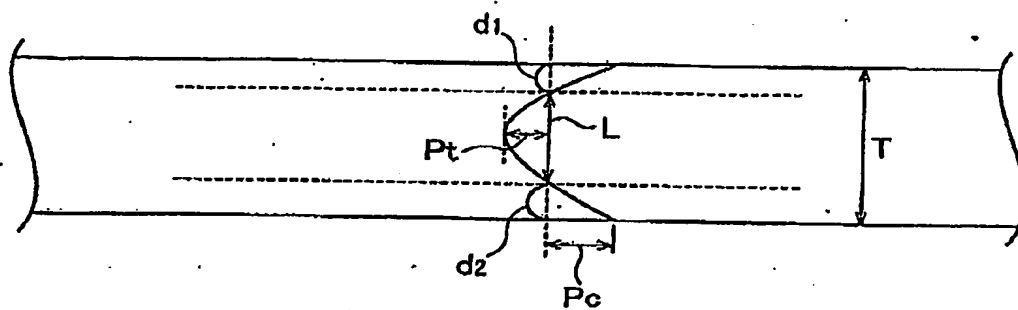


FIG. 1

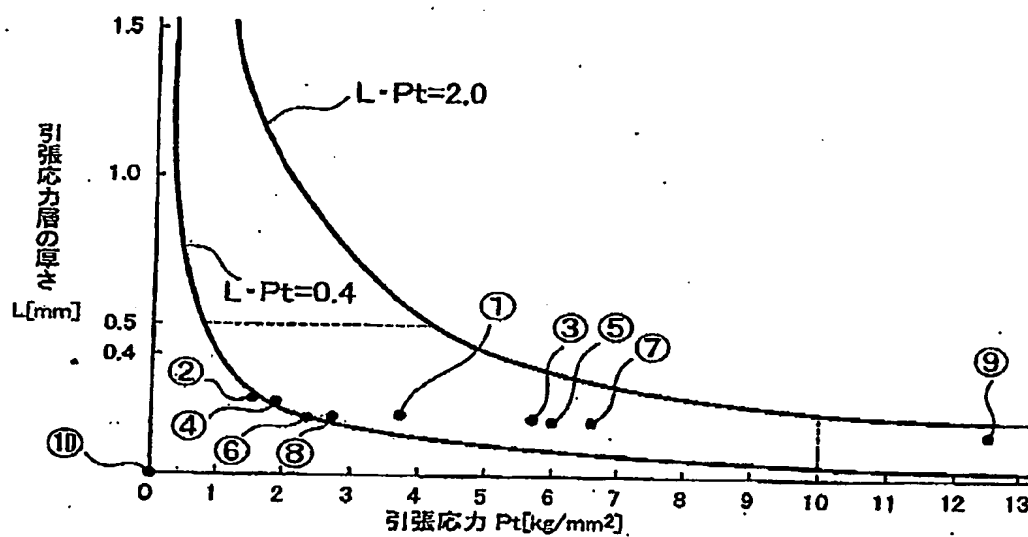


FIG. 2

BEST AVAILABLE COPY